

Original document

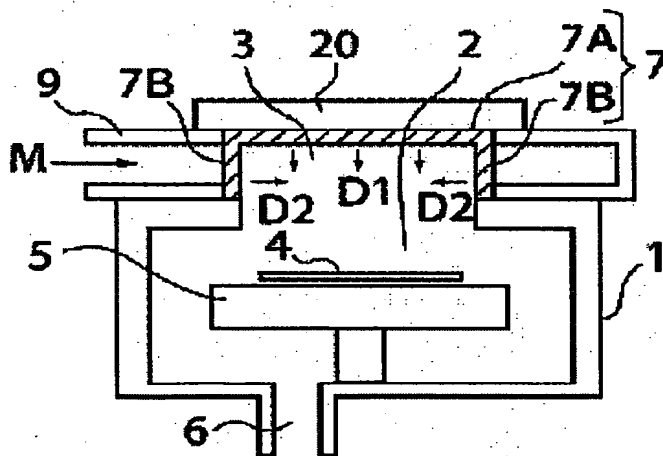
# APPARATUS FOR TREATING WITH PLASMA

Patent number: JP2003038951  
Publication date: 2003-02-12  
Inventor: TSUGAMI YOSHIZO  
Applicant: SHIBAURA MECHATRONICS CORP  
Classification:  
- international: B01J19/08; C23C16/511; H01L21/3065; H05H1/46  
- european:  
Application number: JP20010228878 20010730  
Priority number(s): JP20010228878 20010730

[View INPADOC patent family](#)

## Abstract of JP2003038951

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an apparatus for treating with plasma which is capable of forming strong and uniform plasma over a large area and has a transmission window for microwaves whose cost is low. **SOLUTION:** The apparatus for treating with plasma is equipped with a vacuum chamber 1 capable of maintaining an atmosphere having a reduced pressure lower than the atmosphere, a wave guide 9 for guiding the microwaves and a microwave introducing part 7 for introducing the microwaves guided by the wave guide 9 into the vacuum chamber 1. In the apparatus for treating with plasma, the plasma can be generated by the microwaves introduced into the vacuum chamber 1 via the microwave introducing part 7. The microwave introducing part 7 has a nearly cylindrical part 7B having a nearly cylindrical form and an upper surface part 7A which is provided so as to close one of the opening parts of the nearly cylindrical part 7B, and the wave guide 9 is provided so as to surround the periphery of the nearly cylindrical part 7B.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

10

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-38951

(P2003-38951A)

(43) 公開日 平成15年2月12日 (2003. 2. 12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

B 0 1 J 19/08

B 0 1 J 19/08

H 4 G 0 7 5

C 2 3 C 16/511

C 2 3 C 16/511

4 K 0 3 0

H 0 1 L 21/3065

H 0 5 H 1/46

B 5 F 0 0 4

H 0 5 H 1/46

H 0 1 L 21/302

B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-228878(P2001-228878)

(71) 出願人 000002428

(22) 出願日 平成13年7月30日 (2001. 7. 30)

芝浦メカトロニクス株式会社  
神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号

(72) 発明者 津上 芳三  
神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号  
芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内

(74) 代理人 100108062  
弁理士 日向寺 雅彦 (外1名)

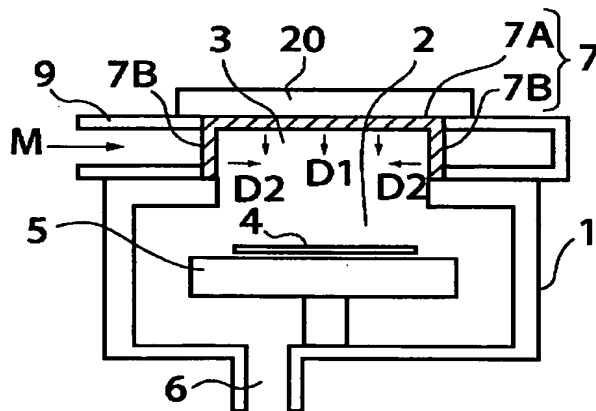
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 大面積に亘って強く均一なプラズマの形成が可能で、且つマイクロ波の透過窓のコストも安いプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 大気よりも減圧された雰囲気を維持可能な真空チャンバ(1)と、マイクロ波を導波する導波管(9)と、前記導波管によって導波されたマイクロ波を前記真空チャンバ内に導入するマイクロ波導入部(7)と、を備え、前記マイクロ波導入部を介して前記真空チャンバ内に導入されたマイクロ波によってプラズマを生成可能なプラズマ処理装置であって、前記マイクロ波導入部(7)は、略円筒状の略円筒部(7B)と、前記略円筒部の一方の開口を閉じるように設けられた上面部(7A)と、を有し、前記導波管は、前記略円筒部の周囲を取り囲むように設けられてなることを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】大気よりも減圧された雰囲気を維持可能な真空チャンバと、

マイクロ波を導波する導波管と、

前記導波管によって導波されたマイクロ波を前記真空チャンバ内に導入するマイクロ波導入部と、

を備え、

前記マイクロ波導入部を介して前記真空チャンバ内に導入されたマイクロ波によってプラズマを生成可能なプラズマ処理装置であって、

前記マイクロ波導入部は、略円筒状の略円筒部と、前記略円筒部の一方の開口を閉じるように設けられた上面部と、を有し、

前記導波管は、前記略円筒部の周囲を取り囲むように設けられてなることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】前記マイクロ波導入部の前記略円筒部と前記上面部とは、分離可能とされたことを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】前記マイクロ波導入部は、略円筒状の内側及び外側の2つの略円筒部を略同軸に配置した二重管構造を有し、

前記2つの略円筒部の間隙には、冷却媒体が充填されてなることを特徴とする請求項1または2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】前記マイクロ波導入部の前記上面部の外側に、液体状あるいは固体シート状の冷却補助媒体が設けられてなることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】大気よりも減圧された雰囲気を維持可能な真空チャンバと、

マイクロ波を導波する導波管と、

前記導波管によって導波されたマイクロ波を前記真空チャンバ内に導入するマイクロ波導入部と、

を備え、

前記マイクロ波導入部を介して前記真空チャンバ内に導入されたマイクロ波によってプラズマを生成可能なプラズマ処理装置であって、

前記マイクロ波導入部は、略円筒状の内側及び外側の2つの略円筒部を略同軸に配置した二重管構造を有し、

前記2つの略円筒部の間隙には、冷却媒体が充填され、前記導波管は、前記略円筒部の周囲を取り囲むように設けられてなることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項6】前記マイクロ波導入部の前記略円筒部によって囲まれた前記真空チャンバ内の放電空間に誘電体または金属からなる突起物が設けられたことを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマ処理装置

に関し、特に、真空チャンバ内でプロセスガスにマイクロ波を照射して生成したプラズマを利用して被処理物の処理を行うプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】プラズマを利用したドライエッチング、アッシング、薄膜堆積あるいは表面改質などのプラズマ処理は、半導体製造装置や液晶ディスプレイ製造装置をはじめとして各種の産業分野において広く利用されている。

【0003】このようなプラズマ処理を行う装置の代表的なものとして、マイクロ波によりプラズマを生成するマイクロ波励起型のプラズマ処理装置がある。

【0004】マイクロ波励起型のプラズマ処理装置には、いくつかの種類があり、その一例として、真空チャンバ内にプロセスガスを導入し、マイクロ波導波管から導かれたマイクロ波をマイクロ波透過窓を介してプロセスガスに照射することにより真空チャンバ内にプラズマを発生させるものがある。このようにしてプロセスガスから活性種を生成し、これを真空チャンバ内に配置された被処理物の表面に供給することによって、ドライエッチングやアッシングなどのプラズマ処理を施すことができる。

【0005】また、このタイプのプラズマ処理装置には、真空チャンバの内部で生成したプラズマを被処理物の表面に接触させてプラズマ中の活性種等によりエッチングやアッシング等の表面処理を施すものと、プラズマ発生領域と処理空間とを分離して設け、プラズマからのダウンフローを被処理物の表面に導いてエッチングやアッシング等の表面処理を施すものがある。

【0006】なお、前述したマイクロ波透過窓を形成するための材料としては誘電体を用いることができ、具体的には、石英、アルミナ、サファイア等を使用することができる。

【0007】また、プラズマを形成するためのプロセスガスとしては、例えば被処理物の表面の薄膜のエッチングを行う場合には、酸素ガス( $O_2$ )、あるいは酸素ガスに $CF_4$ 、 $NF_3$ 等のフッ素系ガスを添加したガスを用いることができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このようなプラズマ処理装置においては、真空チャンバ内に金属表面が露出しているとプラズマにより活性化されたガスやプラズマから受ける熱により金属表面が反応を起こし被処理物の表面に不純物として付着し汚染する可能性がある。この問題を防ぐために、通常は、真空チャンバの内壁にアルマイトやフッ素コートなどの表面処理を施しているが、放電部に近い部分では、スパッタエッチングの影響で真空チャンバの表面処理がエッチングされ、金属表面が露出しやすくなる。

【0009】マイクロ波励起型のプラズマ処理装置にお

いては、マイクロ波を真空チャンバ内に導入するための透過窓が必要である。この透過窓は、前述したように、通常は石英やアルミナなどの誘電体により形成され、マイクロ波を低損失で透過させると同時に、真空チャンバ内を気密に維持する役割も果たしている。

【0010】しかし、例えばエッチングの場合、プロセスに反応性の高いガスを使用するため被処理物表面のエッチングの他に、透過窓の部材である誘電体との反応も起きる場合がある。その結果として、透過窓自体のエッチングや透過窓を構成する誘電体とプロセスガスとの反応物が生成して不純物として析出される場合がある。

【0011】透過窓がエッチングされると、その肉厚が薄くなり大気と真空の圧力差から生じる応力に耐えきれず破壊する可能性が生じる。また、透過窓を構成する誘電体からの反応生成物が析出すると、真空チャンバ内や被処理物の表面に不純物が付着し、歩留まりが低下する。このため、マイクロ波を透過させる誘電体透過窓は定期的に交換する必要がある。

【0012】通常は、マイクロ波透過窓は、誘電体からなる板状部材であり、マイクロ波の透過効率を考慮しているため真空を保持するために必要な肉厚より厚くなる。一方、被処理物であるシリコンウェーハや液晶基板が大型化しているために、処理空間のサイズもそれに対応して大型化し、透過窓のサイズも大型化する必要がある。サイズが大きく肉厚も厚い誘電体透過窓を作成するのは技術的に容易でなく、製造設備も大型化し、コストも高くなるという問題がある。

【0013】さらにまた、被処理物であるシリコンウェーハや液晶基板が大型化すると、それに対応して、大面積の高均一なプラズマが必要とされる。しかしながら、大口径であるほど均一なプラズマを形成することは困難となり、被処理物のプラズマ処理を均一に行うことが困難になる。

【0014】本発明はかかる課題の認識に基づいてなされたものであり、その目的は、大面積に亘って強く均一なプラズマの形成が可能で、且つマイクロ波の透過窓のコストも安いプラズマ処理装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第1のプラズマ処理装置は、大気よりも減圧された雰囲気を維持可能な真空チャンバと、マイクロ波を導波する導波管と、前記導波管によって導波されたマイクロ波を前記真空チャンバ内に導入するマイクロ波導入部と、を備え、前記マイクロ波導入部を介して前記真空チャンバ内に導入されたマイクロ波によってプラズマを生成可能なプラズマ処理装置であって、前記マイクロ波導入部は、略円筒状の略円筒部と、前記略円筒部の一方の開口を閉じるように設けられた上面部と、を有し、前記導波管は、前記略円筒部の周囲を取り囲むように設けられてなることを特徴とする。

【0016】すなわち、上記構成によれば、マイクロ波導入部を円筒状で上部を閉じた構造とすることによりプラズマが生成される放電空間の上部と周囲とからマイクロ波を導入できるので大面積で均一かつ強いプラズマを生成でき、さらに、放電空間に金属のチャンバ壁が隣接しないので、金属による汚染を抑制できる。

【0017】つまり、放電部全体を誘電体などからなるマイクロ波導入部で覆うことにより、真空チャンバなどの金属部材の露出を押さえ、被処理物表面への金属汚染を防止することができる。

【0018】ここで、前記マイクロ波導入部の前記略円筒部と前記上面部とは、分離可能とすることができる。つまり、上面部すなわち蓋の部分が略円筒部すなわち側面部と分離可能な構造とすることにより、誘電体からなるマイクロ波導入部の製造、保守、交換が容易となる。

【0019】また、前記マイクロ波導入部は、略円筒状の内側及び外側の2つの略円筒部を略同軸に配置した二重管構造を有し、前記2つの略円筒部の間隙には、冷却媒体が充填されてなるものとすることができ、効率的に冷却することにより、誘電体からなる導入部の熱による劣化や損傷を防ぐことができる。

【0020】このような冷却媒体としては、例えば液状誘電体を用いることができる。

【0021】また、前記マイクロ波導入部の前記上面部の外側に、液体状あるいは固体シート状の冷却補助媒体が設けられてなるものとすることができ、同様に、上面部も効率的に冷却して熱による劣化や損傷を防ぐことができる。

【0022】より具体的には、液状誘電体や熱伝導性の良好なシート部材などを設けることにより効率的な放熱が可能となる。

【0023】一方、本発明の第2のプラズマ処理装置は、大気よりも減圧された雰囲気を維持可能な真空チャンバと、マイクロ波を導波する導波管と、前記導波管によって導波されたマイクロ波を前記真空チャンバ内に導入するマイクロ波導入部と、を備え、前記マイクロ波導入部を介して前記真空チャンバ内に導入されたマイクロ波によってプラズマを生成可能なプラズマ処理装置であって、前記マイクロ波導入部は、略円筒状の内側及び外側の2つの略円筒部を略同軸に配置した二重管構造を有し、前記2つの略円筒部の間隙には、冷却媒体が充填され、前記導波管は、前記略円筒部の周囲を取り囲むように設けられてなることを特徴とする。

【0024】上記構成によれば、二重管構造の導入部を効率的に冷却することにより、熱による劣化や損傷を確実に防ぐことができる。

【0025】また、上述のいずれの構成においても、前記マイクロ波導入部の前記略円筒部によって囲まれた前記真空チャンバ内の放電空間に誘電体または金属からなる突起物を設けることにより、放電空間におけるプラズ

マの分布を積極的に制御することができる。

【0026】またさらに、上記いずれの構成においても、前記マイクロ波導入部の上面部と支持板との間に熱伝導性材料より成る熱伝導層を形成し、さらに支持板を水冷し、前記プラズマ導入部の熱を熱伝導材料から支持板に伝達し水冷することにより除去するようにしてもよい。

【0027】また、前記マイクロ波導入部にマイクロ波を与えるための空間は、前記略円筒部の周囲のみならず、前記上面部の上にも設けることができる。

【0028】従来、誘電体などからなるマイクロ波導入部は、プラズマにより活性化されたプロセスガス等と反応を起こし導入部のエッチングによる肉厚の減少や反応生成物が不純物として被処理物表面に付着し歩留まりを低下させていた。使用するプロセスガスによって誘電体を選択すれば、誘電体がプロセスガスと反応を起こさない組み合わせが可能になることもあり、この場合誘電体透過部材は半永久的に使用可能にある。しかし、このような組み合わせは一部のプロセスに限られ、殆どのプロセスにおいては誘電体とも反応を起こしながらプロセスを行っている。

【0029】この場合、誘電体がエッチングされる反応速度は非常に重要であり、反応速度が速いと速く削れるため誘電体の交換間隔が速くなる。そこで、反応速度を遅くするために上記構成の如く誘電体（マイクロ波導入部）の熱を液状誘電体や熱伝導材料を介して伝達除去することで反応温度を下げ、反応速度を遅くすることが可能になる。これにより、誘電体からなるマイクロ波導入部の交換寿命が延びる。

【0030】一方、放電部の構造上、プラズマはマイクロ波導入部の側面において高密度で、上部は側面に比べ低密度となる場合が多い。したがって、高密度プラズマが発生する側面の方が上部よりも反応速度が速くマイクロ波導入部としての誘電体がエッチングされる速度も速くなっていく。このため導入部を交換する時期が側面と上部で異なってくる。マイクロ波導入部の側面と上部とを分割することで、それぞれの誘電体を別々に交換可能に成るため誘電体部材の有効利用が可能になり低コストになる。

【0031】また、被処理物の大型化により大面積に均一なプラズマが必要になってくる。プラズマの分布は放電部の電磁界分布によって決定され、電磁界分布は放電空間の形状と使用する電源の周波数によって決定される。通常は被処理物の大きさが決まると放電部の大きさも決まり多少の自由度は有るが放電部の大きさを変えてプラズマの均一性を向上させることは困難である。そこで、放電空間に誘電体または金属の突起物を設置することで放電空間内の電磁界分布を変えることができる。誘電体を設置した場合はその誘電率により放電空間の大きさを変化させる効果があり、金属を設置した場合は放電

空間の電磁界分布を変えることが可能になる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、具体例を参照しつつ詳細に説明する。

【0033】図1は、本発明の実施の形態にかかるプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。すなわち、本実施形態のプラズマ処理装置は、処理空間2と放電空間3とを内部に有する真空チャンバ1を備えている。処理空間2には、被処理物4を載置するための載置台5が設けられている。被処理物4は、例えば、半導体製造用のシリコンウェーハや液晶表示装置用のガラス基板などである。

【0034】真空チャンバ1の底部には、排気口6が形成されており、この排気口6を介して真空チャンバ1の内部を図示しない真空ポンプによって排気することができる。また、真空チャンバ1には、プロセスガスを導入するためのガス導入部（図示せず）が適宜設けられる。さらにまた、処理空間2に設けられた載置台5に、直流電源または高周波電源によって直流バイアス電圧または交流バイアス電圧を印加するようにしてもよい。

【0035】放電空間3の周辺は、略円筒状で上部が閉じた構造のマイクロ波導入部7により覆われている。マイクロ波導入部7を構成する材料に要求される特性としては、マイクロ波の透過率が高いこと、大気圧と真空の間の圧力差に耐えうる機械的な強度を有すること、プラズマの放電などにより発生する熱に対して耐えうること、マイクロ波の損失を防ぐために力率が低いこと、被処理物に対して汚染源となりにくいこと、などが挙げられ、具体的には、例えば、石英、アルミナ、サファイアなどの誘電体を使用することができる。

【0036】そして、このようなマイクロ波導入部7の周辺には、マイクロ波導波管9が設けられ、また、マイクロ波導入部7の上面部7Aは、金属などからなる支持板20によって支持されている。

【0037】図2は、装置上部の外観を模式的に表す斜視図である。

【0038】また、図3は、その導波管9の部分において水平方向に切断した横断面図である。

【0039】すなわち、導波管9が同図左側から右側に向けてマイクロ波導入部7に接近し、略円筒状のマイクロ波導入部7の側面周囲をぐるりと取り囲んで、さらにその右側に遠ざかる導波空間12を形成している。そして、マイクロ波導入部7の上面は支持板20により保護されている。支持板20は、アルミニウムやステンレスなどの金属により形成することができる。または、ガラスやセラミクスなどの無機材料と、その外側に設けられたマイクロ波を遮蔽するための金属（導体）シールド体とからなる二重構造としてもよい。

【0040】マイクロ波は、図中の矢印Mの方向に導波される。導波管9を導波されたマイクロ波は、マイクロ

波導入部7を伝搬・透過して放電空間3に導入される。そして、図示しないガス導入部から供給されたプロセス用の反応性ガスが導波管9を介して放電空間3に導入されたマイクロ波の照射を受けてプラズマ化され、これによって反応性ガス中に活性種が生成される。この活性種は、真空チャンバ1内の処理空間2において載置台5の上に載置された被処理物4の表面に供給され、これによって被処理物4の表面処理が行われる。

【0041】本実施形態におけるプラズマ処理装置においては、放電空間3が略円筒状のマイクロ波導入部7により取り囲まれている。そして、導波管9を導波されてきたマイクロ波は、このマイクロ波導入部7を介して放電空間3に導入される。すなわち、誘電体の略円筒部7Bの外周を包囲する金属部材によって成る金属材料の間に隙間を設け、マイクロ波を伝搬させるための導波路9を作ること、マイクロ波が円周上の全面に伝搬し、略円筒状のマイクロ波導入部材の円周上に均一なプラズマを発生させることが可能になる。

【0042】ここで、マイクロ波は、誘電体などからなるマイクロ波導入部7の表面を表面波として伝搬し透過する。従って、マイクロ波は、図1において矢印D2で表したように、マイクロ波導入部7の側壁を構成する略円筒部7Bを透過するのみならず、マイクロ波導入部7の上面部7Aに伝搬して矢印D1で表したように下方にも導入される。つまり、放電空間3に対して横方向と上方からマイクロ波を効率的且つ均一に導入することができる。その結果として、放電空間3において強く均一なプラズマを生成することが可能となる。つまり、大面積の被処理物4を迅速且つ均一にプラズマ処理することが可能となる。

【0043】また、本実施形態のプラズマ処理装置においては、略円筒状で上部が閉じた構造のマイクロ波導入部7によって放電空間3を取り囲んでいる。つまり、放電空間3の周囲に真空チャンバ1の金属壁が隣接しない。その結果として、金属のチャンバ内壁が放電空間3においてプラズマに曝されてスパッタエッチングされることがなくなり、被処理物4の金属汚染を低減することができる。

【0044】また、本実施形態においては、マイクロ波導入部7の上面部7Aを支持板20により支持することにより、上面の肉厚を薄くしても大気と真空の圧力差に耐えることが可能となる。その結果として、大面積のプラズマを生成するためにマイクロ波導入部7のサイズを大きくしても圧力差により破壊されることを防ぐことができる。なお、マイクロ波導入部7を機械的に支持するためには、マイクロ波導入部7の上面部7Aを支持板20に接着するとよい。

【0045】図4は、本発明のプラズマ処理装置の第2の具体例の要部断面構造を表す模式図である。同図については、図1乃至図2に関して前述したものと同様の要

素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0046】本具体例においては、略円筒状のマイクロ波導入部7の上面部7Aの上にもマイクロ波の導波空間12が設けられている。すなわち、矢印Mの方向に導波管9を導波されてきたマイクロ波は、マイクロ波導入部7の上面部7Aの上と略円筒部7Bの周囲にそれぞれ導波され、放電空間3に導入される。

【0047】このようにマイクロ波導入部7の上側にも導波空間12を設けることにより、放電空間3に対してマイクロ波導入部7の上面部7Aから導入されるマイクロ波の成分D1と、側壁の略円筒部7Bから導入されるマイクロ波の成分D2とのバランスを最適に調節することが容易となる。

【0048】その結果として、より均一で強いプラズマを生成することが可能となる。

【0049】次に、本発明の第3の具体例について説明する。

【0050】図5は、本発明のプラズマ処理装置の第3の具体例の要部断面構造を表す模式図である。同図については、図1乃至図3に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0051】本具体例においても、放電空間3を取り囲むように略円筒状のマイクロ波導入部7が設けられているが、マイクロ波導入部7を上面部7Aと側壁部7Bとに分割可能とされている。導波管9を矢印Mの方向に導波されてきたマイクロ波の一部は、マイクロ波導入部7の側壁部7Bを透過して放電空間3に導入され、また他の一部は表面波として上面部7Aに伝搬し、ここから放電空間3に導入される。

【0052】プラズマにより活性化された反応性ガスによって、マイクロ波導入部材であるマイクロ波導入部7はエッチングされたり、反応性ガスとの反応によって反応生成物を生成し分解される。このためマイクロ波導入部7を定期的に交換する必要がある。

【0053】また、マイクロ波導入部7の上面部7Aと側壁部7Bとではプラズマの密度が異なるため、誘電体のエッチング速度や反応生成物の生成量が異なる場合が多い。マイクロ波導入部材であるマイクロ波導入部7を板状の上面部7Aと略円筒部7Bとに分割することによって、おのおの別々に交換することが可能となり、マイクロ波導入部7のメンテナンスが容易となる。

【0054】また、本具体例においても、誘電体の上面部7Aを支持板20によって機械的に支持することにより、放電空間3を大面積化しても機械的な強度を確保することが容易となる。

【0055】図6は、本発明のプラズマ処理装置の第4の具体例の要部断面構造を表す模式図である。同図については、図1乃至図5に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0056】本具体例においては、マイクロ波導入部材

であるマイクロ波導入部7が、略円筒部7Bおよび7Cからなる二重管構造とされ、この間隙に冷却媒体10が充填されている。ここで、冷却媒体10は、間隙に封止されていてもよく、または循環可能とされていてもよい。このような冷却媒体10を充填することにより、誘電体などからなるマイクロ波導入部7において発生する熱を除去して、耐久性を改善することができる。

【0057】冷却媒体10の材料としては、マイクロ波の損失を抑制するために、液状の誘電体を用いることが望ましく、具体的には、例えばフッ素系の熱媒体を用いることができる。より具体的には、液状誘電体として、商標名「フロリナート」あるいは商標名「ガルデン」などを使用することができる。

【0058】二重管構造の内側の略円筒部7Bと外側の略円筒部7Cとの間の液密性が保たれた空間に液状誘電体からなる冷却媒体10を充填することによって、内側の略円筒部7Bの直接冷却を行い、熱伝導効率を上げることができる。ここで、恒温槽を接続して冷却媒体10を循環させることにより、マイクロ波導入部7の温度を任意に制御することもできる。このように、本具体例のプラズマ処理装置においては、マイクロ波導入部材であるマイクロ波導入部7を冷却媒体10によって直接冷やすことが可能になり、さらにこの冷却媒体10として液状誘電体を用いることにより、マイクロ波の吸収による損失も防ぐことができる。

【0059】つまり、本具体例によれば、液状誘電体などの冷却媒体によってマイクロ波導入部材を直接冷却することができるので、従来のように放電部周辺の金属部を水冷しマイクロ波導入部材を冷却する間接冷却や気体による直接冷却に比べて、マイクロ波導入部材すなわちマイクロ波導入部7の冷却効率が大幅に向上し、温度上昇を抑えられ、ひいてはマイクロ波導入部7のエッチング速度や反応生成物の生成が低減される。

【0060】したがって、マイクロ波導入部7を交換する周期、つまり寿命が長くなるとともに、マイクロ波導入部7から発生する不純物の量を大幅に減少できる。

【0061】図7は、本発明の第5の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。同図についても、図1乃至図6に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0062】本具体例においても、図6に関して前述したものと同様に、マイクロ波導入部7が、略円筒部7Bおよび7Cからなる二重管構造とされ、この間隙に冷却媒体10を供給可能とされている。さらに、放電空間3の上方を覆う上面部7Aが設けられている。ここで、上面部7Aは、二重管構造の内側の円筒部7Bと一体に形成されている。

【0063】本具体例によれば、マイクロ波導入部7の側壁を冷却媒体10により冷却できると同時に、図1に関して前述したように、放電空間3の上方からもマイク

ロ波を導入することによって大面積に亘って均一で強い強度のプラズマを生成することが可能となる。

【0064】図8は、本発明の第6の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。同図についても、図1乃至図7に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0065】本具体例も、第5具体例に関して前述したものと類似した構造を有するが、上面部7Aが略円筒部7Bとは別体として形成され、分割可能とされている。このようにすれば、図5に関して前述したように、マイクロ波導入部7を構成するそれぞれの部品を個別に交換することが可能となり、メンテナンスが容易となる。

【0066】図9は、本発明の第7の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。同図についても、図1乃至図8に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0067】本具体例においては、マイクロ波導入部材としてのマイクロ波導入部7は、上面部7A及び7Dと、略円筒部7B及び7Cの二重構造を有する。ここで、上面部7Aと略円筒部7Bとは一体に形成され、また、上面部7Dと略円筒部7Cとは一体に形成されている。

【0068】そして、これら内側透過部材と外側透過部材との間に、液状誘電体などの冷却媒体10を充填することによって、内側の誘電体透過部材7A及び7Bの全面を直接冷却することができる。ここでも、冷却媒体10は、封止してもよく、または循環可能としてもよい。

【0069】図10は、本発明の第8の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。同図についても、図1乃至図9に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0070】本具体例においては、マイクロ波導入部材としてのマイクロ波導入部7は、上面部7Aと、略円筒部7B及び7Cとを有し、側面において二重管構造を有する。ここで、上面部7Aと略円筒部7Bとは一体に形成されている。

【0071】そして、これら内側透過部材と外側透過部材との間に、液状誘電体などの冷却媒体10を充填することによって、内側の誘電体透過部材7A及び7Bの全面を直接冷却することができる。

【0072】また、導波管9を導波されたマイクロ波は、略円筒部7Cから7Bに透過し、上面部7Aに表面波として伝搬する。従って、放電空間3には、上方からのマイクロ波成分D1と横方向からのマイクロ波成分D2とが与えられ、大面積の均一なプラズマを形成することができる。

【0073】図11は、本発明の第9の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。同図についても、図1乃至図10に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0074】本具体例においては、マイクロ波導入部材としてのマイクロ波導入部7は、一体として形成された上面部7Aと略円筒部7Bとを有する。そして、マイクロ波は導波管9により側面方向から伝搬される。そして、上面部7Aの上に、液状誘電体などの冷却媒体10を充填することによって、上面部7Aおよびこれに連続する略円筒部7Bを直接冷却することができる。

【0075】図12は、本発明の第10の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。同図についても、図1乃至図11に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0076】本具体例は、図11に表したものと類似した構造を有するが、マイクロ波導入部7の上面部7Aと略円筒部7Bとが別体として形成され、分割可能とされている。このようにすれば、図11に関して前述した上方からの冷却効果の他に、図5に関して前述したように、マイクロ波導入部7の保守、交換が容易となるという効果も得られる。

【0077】図13は、本発明の第11の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。同図についても、図1乃至図12に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0078】本具体例においては、図11に表した構成に加えて、略円筒部7Cが追加されて二重管構造が形成され、この側壁の間隙にも液状誘電体などの冷却媒体10が充填されている。冷却媒体10は封止されていてもよく、または循環可能とされていてもよい。このようにすれば、放電空間3の上方と側面とを誘電体により覆うことができ、さらに、これらいずれの面も冷却媒体10によって直接冷却することが可能となる。

【0079】また、マイクロ波導入部材である上面部7Aの冷却と、略円筒部7Bの冷却とを共に冷却媒体10によって直接冷却する場合、上面部の冷却媒体10の冷却経路と側面部の冷却媒体の冷却経路とをそれぞれ独立に設けることにより、マイクロ波透過用部材の交換時に効率よく作業が行えたと共に、マイクロ波導入部7の上面部と側面部の冷却温度を、別々に制御することも可能になる。

【0080】図14は、本発明の第12の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。同図についても、図1乃至図13に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0081】本具体例は、図13に表したものと類似した構造を有する。但し、マイクロ波導入部7の上面部7Aと略円筒部7Bとが別体として形成され、分割可能とされている。このようにすれば、図5に関して前述したように、マイクロ波導入部7の保守、交換が容易になる

という効果も得られる。

【0082】図15は、本発明の第13の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。同図についても、図1乃至図14に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0083】本具体例は、図10に表したものと類似した構造を有する。但し、マイクロ波導入部7の上面部7Aの上に設けられた冷却媒体10の充填空間の上に、さらに液冷用の空間が設けられ、冷却媒体11が充填されている。

【0084】例えば、冷却媒体10として液状誘電体を用いる場合に、これを循環させることとすると多量の液状誘電体が必要とされる。しかし、液状誘電体は高価であり、またこの循環機構のコストや保守管理の負担も大きい。

【0085】これに対して、例えば、冷却媒体10として液状誘電体を封止し、その上部において冷却媒体11として水を用いた水冷循環冷却を行えば、コストも低く、保守管理も容易で、効率的な冷却を実現することができる。つまり、少量の液状誘電体を用いて、効率的な水冷循環冷却を実現することができる。

【0086】図16は、本発明の第14の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。同図についても、図1乃至図15に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0087】本具体例は、図1に表したものと類似した構造を有する。但し、マイクロ波導入部7の上面部7Aと支持板20との間にシート部材8が設けられている。

【0088】本具体例のように、マイクロ波導入部7の上面部7Aとその上方に設けられる金属材料から成る支持部材20との間に可撓性を有するシート部材8を介装すれば、誘電体からなる上面部7Aと支持部材との間の熱接触を改善することができる。その結果として、支持板20に対する放熱効果が高まり、マイクロ波導入部7の冷却効率を上げることができる。

【0089】シート部材8の材料としては、熱伝導性、耐熱性、耐マイクロ波性、耐紫外線などの特性を有するものであることが要求される。これらの特性をすべて満たす材料からなる一枚のシート部材を用いても良く、または、これらの特性のうちのいくつかを満たした材料を複数種類重ねて熱伝導層として使用することも可能である。ここで、シート部材8としては、例えばシリコン薄膜、カーボンフィル、アルミ箔などの金属箔などを使用することができる。

【0090】図17乃至図19は、シート部材8を設けた他の具体例を表す断面図である。これらの図についても、図1乃至図16に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。



【0091】すなわち、図17に表した具体例は、図5に表したものと類似した構造を有し、上面部7Aと支持板20との間にシート部材8が挿入されている。本具体例においても、シート部材8を設けることにより、放熱性を改善することができる。

【0092】一方、図18に表した具体例は、図7に表したものと類似した構造を有し、さらに、上面部7Aと支持板20との間にシート部材8が挿入されている。

【0093】略円筒状で上部が閉じた形状のマイクロ波透過用部材すなわちマイクロ波導入部7を介してマイクロ波が導入されてプラズマを発生させた場合に、上面部7Aの近傍と略円筒部7Bの近傍とでは、プラズマの密度が異なり温度上昇も異なるものになる。

【0094】具体的には、上面部7Aにおいては、略円筒部7Bに比べて上昇温度も低く誘電体がエッチングされる量も少ない場合が多い。したがって、上面部7Aにおける冷却効率は、略円筒部7Bにおける冷却効率より劣っていても、マイクロ波導入部7のエッチング抑制には十分な効果がある場合が多い。

【0095】本具体例のように、マイクロ波導入部7の側面は、冷却媒体10により冷却し、一方、上面部7Aについては、その上方に設けられる金属材料から成る支持板20との間に可撓性を有するシート部材8を介装して熱接触などを改善すれば、マイクロ波導入部7の全体を効率的に冷却することができる。

【0096】次に、図19に表した具体例は、図8に表したものと類似した構造を有し、さらに、上面部7Aと支持板20との間にシート部材8が挿入されている。このようにすれば、マイクロ波導入部7の上面部7Aと略円筒部7Bとを別々に冷却し、且つ、別体として分割可能とすることにより、保守、交換が容易となる。

【0097】図20は、本発明の第18の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。同図についても、図1乃至図19に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

【0098】本具体例においては、放電空間3の内部に突起物13を設けることによって、放電空間3における電磁界分布を変化させることが可能になり、任意のプラズマ分布を形成させることが可能になる。このような突起物13としては、金属あるいは誘電体からなるものを用いることができる。

【0099】なお、図20に例示した具体例は、図6に表した具体例に突起物13を付加したものであるが、本発明はこれには限定されず、図1乃至図19に例示したいずれの具体例についても、同様に突起物13を設けることにより、プラズマの分布を調節するという作用効果を得ることができる。

【0100】以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具

体例に限定されるものではない。

【0101】例えば、本発明において、マイクロ波を透過するためのマイクロ波導入部7は、必ずしも真空チャンバ1の上方に設けられる必要はなく、真空チャンバ1の側面や下方に設けた構成も本発明の範囲に包含される。

【0102】また、真空チャンバ1、マイクロ波導入部7、導波管9などの各要素の形状や大きさの関係についても、当業者が適宜変更して本発明の作用効果が得られる構成は、本発明の範囲に包含される。

【0103】さらにまた、上述した具体例においては、プラズマ生成部の要部構成のみ説明したが、本発明は、このようなプラズマ生成部を有する全てのプラズマ処理装置について適用可能であり、例えば、エッチング装置、アッシング装置、薄膜堆積装置、表面処理装置、プラズマドーピング装置などとして実現したプラズマ処理装置のいずれもが本発明の範囲に包含される。

【0104】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、放電空間の周囲を誘電体で覆ってマイクロ波を導入することにより、従来よりも均一で高密度のプラズマを生成することができ、且つ被処理物の表面への汚染を減少することもできるまた、本発明によれば、誘電体を直接または間接的に冷却することにより、誘電体の寿命を延ばし、交換頻度を減らすことができる。

【0105】またさらに、本発明によれば、誘電体を複数の別体の要素の組み合わせとして構成することにより、有効利用が可能となり、保守、交換などのメンテナンスも容易となる。

【0106】また、本発明によれば、略円筒状の誘電体の外周部にマイクロ波の伝搬路を設けることによって均一なプラズマ分布を形成可能とし、また一方、放電空間内に突起物を設けることにより任意のプラズマ分布を得ることが可能となる。

【0107】すなわち、本発明によれば、例えば、半導体装置や液晶ディスプレイ装置などの製造に際して、従来よりも大面積の基板を均一、迅速且つ低コストにプラズマ処理することができ、低い圧力条件においてエッチングなどのプラズマ処理を安定して実施することができ、産業上のメリットは多大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態にかかるプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。

【図2】本発明のプラズマ処理装置上部の外観を模式的に表す斜視図である。

【図3】本発明のプラズマ処理装置の導波管9の部分において水平方向に切断した横断面図である。

【図4】本発明のプラズマ処理装置の第2の具体例の要部断面構造を表す模式図である。

【図5】本発明のプラズマ処理装置の第3の具体例の要

部断面構造を表す模式図である。

【図6】本発明のプラズマ処理装置の第4の具体例の要部断面構造を表す模式図である。

【図7】本発明の第5の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。

【図8】本発明の第6の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。

【図9】本発明の第7の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。

【図10】本発明の第8の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。

【図11】本発明の第9の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。

【図12】本発明の第10の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。

【図13】本発明の第11の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。

【図14】本発明の第12の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。

【図15】本発明の第13の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。

【図16】本発明の第14の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。

【図17】シート部材8を設けた他の具体例を表す断面

図である。

【図18】シート部材8を設けた他の具体例を表す断面図である。

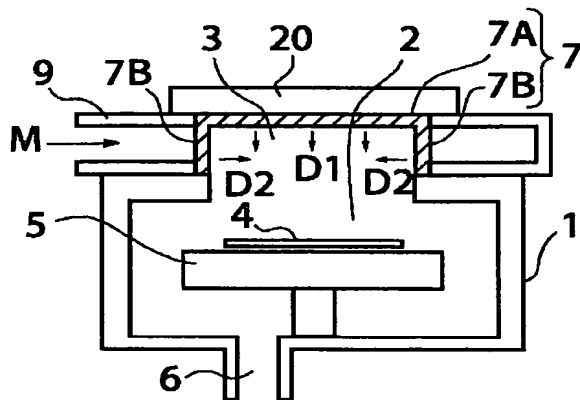
【図19】シート部材8を設けた他の具体例を表す断面図である。

【図20】本発明の第18の具体例のプラズマ処理装置の要部断面構造を表す模式図である。

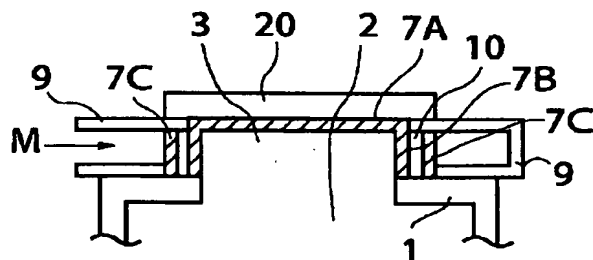
# 【符号の説明】

- 1 真空チャンバ
- 2 処理空間
- 3 放電空間
- 4 被処理物
- 5 載置台
- 6 排気口
- 7 誘電体（マイクロ波導入部材）
- 7A、7D 上面部
- 7B、7C 略円筒部
- 8 シート部材（熱伝導材料）
- 9 マイクロ波導波管
- 10 冷却媒体（液状誘電体）
- 11 冷却媒体（水冷用冷却水）
- 12 マイクロ波の導波空間
- 13 誘電体または金属の突起物
- 20 支持板

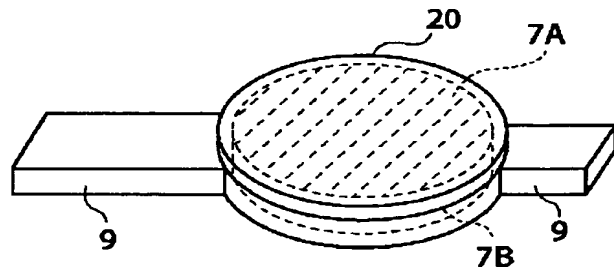
【図1】



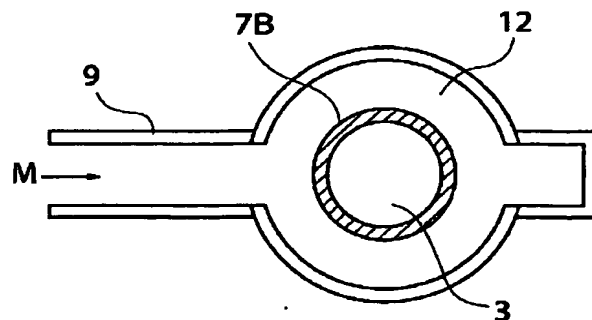
【図7】



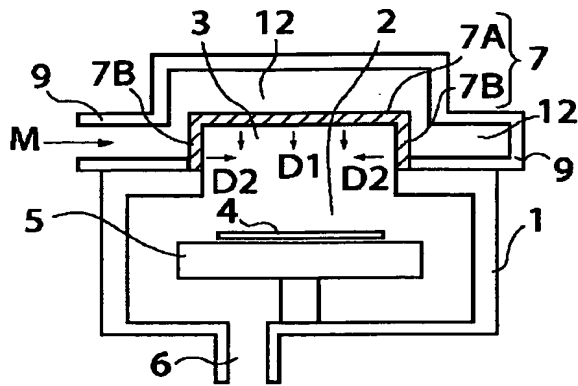
【図2】



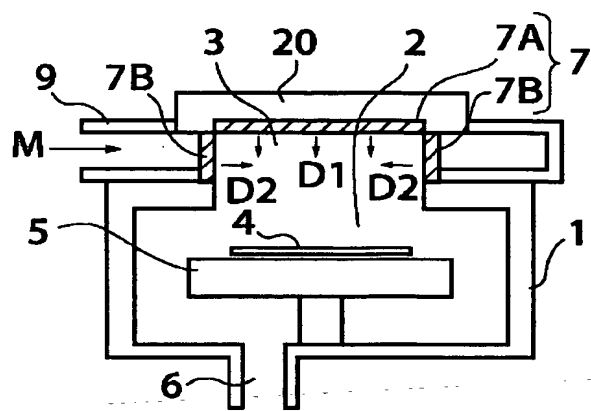
【図3】



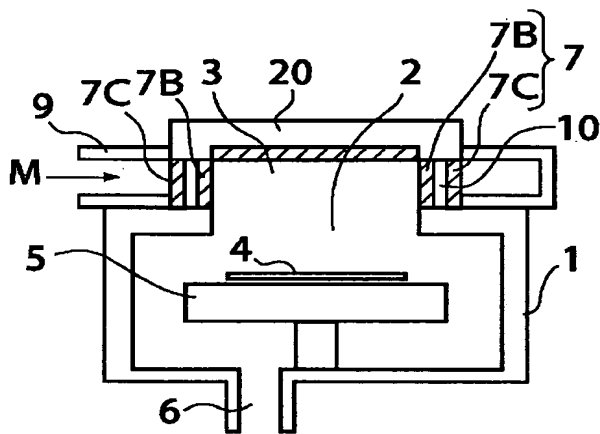
【図4】



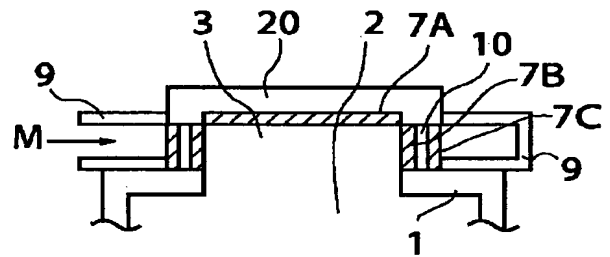
【図5】



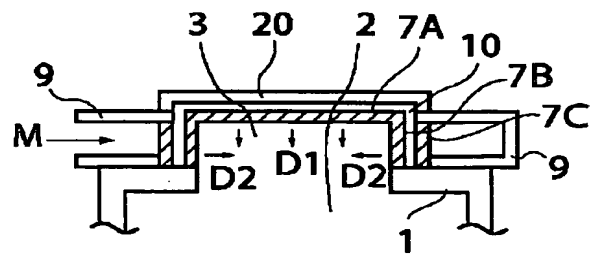
【図6】



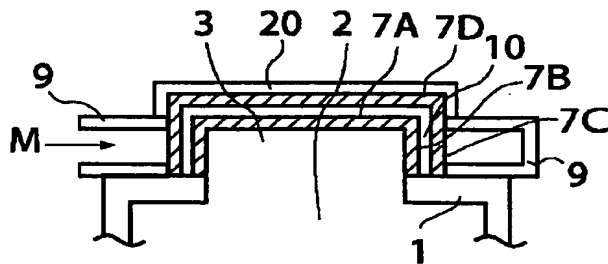
【図8】



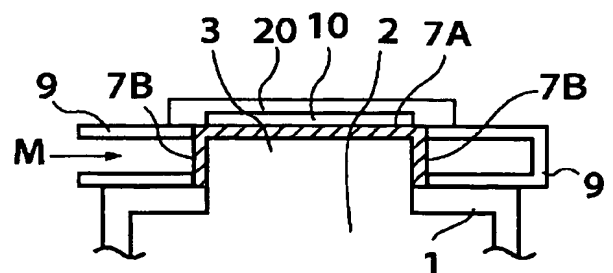
【図10】



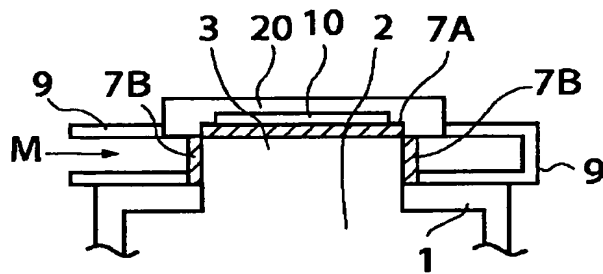
【図9】



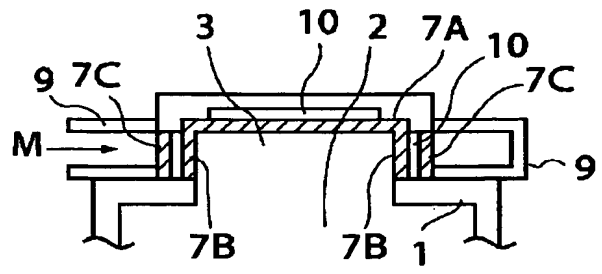
【図11】



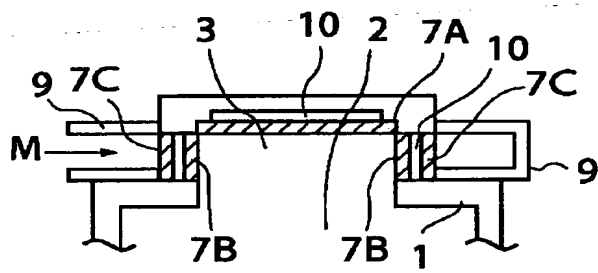
【図12】



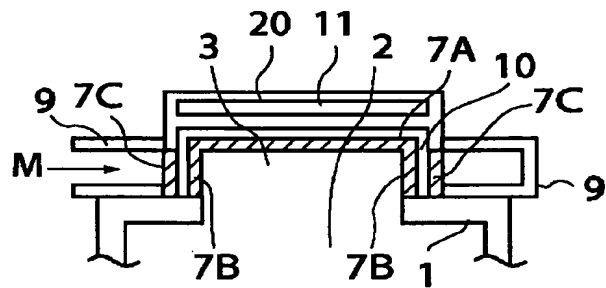
【図13】



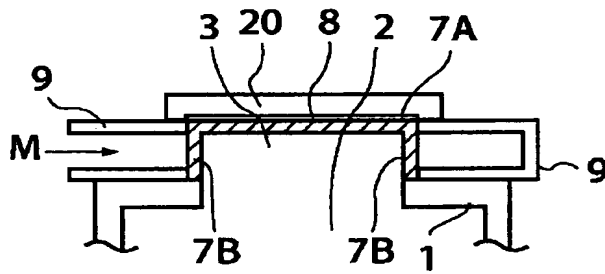
【図14】



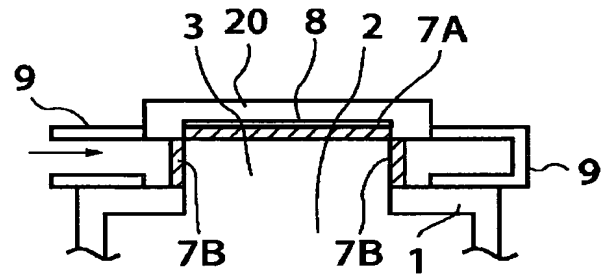
【図15】



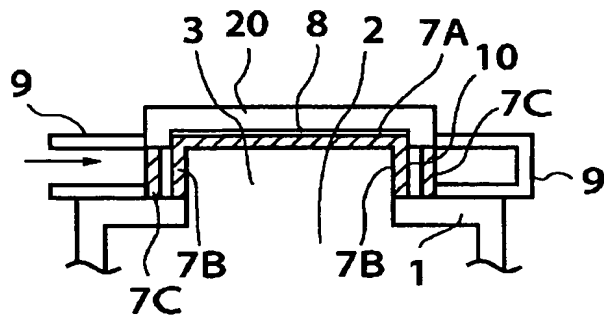
【図16】



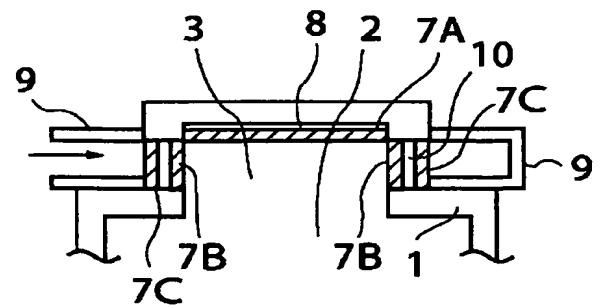
【図17】



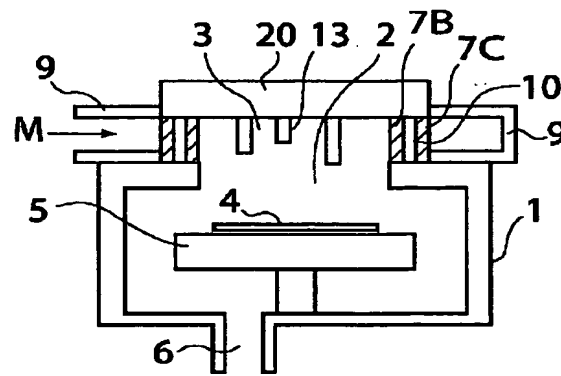
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4G075 AA24 AA30 BC06 BC07 CA03  
CA26 DA02 EB01 EB42 EC07  
EC21 EE12 FA08 FB02 FB03  
FB06 FC11 FC15  
4K030 FA01 KA26 KA30  
5F004 AA01 BA20 BB14 BB17 BB18  
BB25